

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Gebrauchsmuster**
10 **DE 295 20 864 U 1**

133
51 Int. Cl.⁶:
F 25 B 9/14
F 02 G 1/057
B 01 D 39/06

11	Aktenzeichen:	295 20 864.3
22	Anmeldetag:	18. 2. 95
67	aus Patentanmeldung:	P 195 05 554.3
47	Eintragungstag:	23. 5. 96 ✓
43	Bekanntmachung im Patentblatt:	4. 7. 96

73 Inhaber:
Institut für Luft- und Kältetechnik Gemeinnützige
Gesellschaft mbH, 01309 Dresden, DE

74 Vertreter:
Seefeld, G., PAss., 01309 Dresden

64 Regenerator

DE 295 20 864 U 1

DE 295 20 864 U 1

BEST AVAILABLE COPY

Regenerator



Die Erfindung betrifft einen Regenerator, insbesondere für hohe Temperaturen (über 500 °C), der vor allem in Gaskältemaschinen nach dem Vuilleumierprinzip und Heißgasmotoren nach dem Stirlingprinzip eingesetzt wird.

Kraft- und Arbeitsmaschinen, die einen thermodynamischen Kreisprozeß (z.B. Stirling-, Vuilleumier-, Gifford/McMahon-Prozeß) nutzen, besitzen in der Regel einen Regenerator.

Diese Maschinen bestehen aus mindestens zwei Zylindern mit Kolben oder Verdränger. Die Arbeitszylinder haben verschiedene Temperaturniveaus, die bei einigen Maschinen sehr unterschiedlich sein können. Temperaturdifferenzen von einigen 100 K sind möglich. Typische Werte für eine Gaskältemaschine nach dem Vuilleumierprozeß zur Methanverflüssigung sind z.B. Heißzylinder 600 °C, Warmer Arbeitsraum 50 °C, Kaltzylinder -170 °C. Die Kolben bzw. Verdränger schieben das Arbeitsgas zwischen diesen Arbeitsräumen unterschiedlicher Temperatur während des Kreisprozesses hin und her und dabei durch den Regenerator, der zwischen den Arbeitsräumen angeordnet ist.

Der Regenerator hat im Kreisprozeß die Aufgabe, die Wärme des Arbeitsgases kurzzeitig zu speichern. Er muß deshalb erstens gute Wärmespeichereigenschaften besitzen, zweitens einen geringen Druckverlust haben und drittens sollte die Wärmeleitung vom warmen zum kalten Ende des Regenerators gering sein, da dieser Verlust den Wirkungsgrad des Regenerators verringert. Für den Aufbau der Regeneratormatrix (Speichermasse) sind verschiedene Vorschläge bekannt. Bei der gegenwärtig sehr häufig verwendeten Bauart besteht der Regenerator aus einem zylindrischen Rohr oder aus zwei konzentrisch zueinander angeordneten Rohren, deren Ringraum die Regeneratormatrix aufnimmt, und die Speichermasse wird durch Metall-Drahtsiebe gebildet, die ausgestanzt und gestapelt werden. Der Nachteil dieser Regeneratormatrix sind die hohen Kosten. Aus US 4 724 676 ist auch bekannt, den Regenerator abschnittsweise aus Kugelschüttungen und Drahtsieben aufzubauen. Diese Gestaltung gestattet eine bessere Anpassung des Regenerators an die örtlich unterschiedlichen Stoffeigenschaften des Fluids. Dadurch können die Kosten aber nur teilweise gesenkt werden. Reine Kugelschüttungen werden ebenfalls verwendet. Sie sind preiswert herstellbar und passen sich der Randgeometrie selbständig an. Nachteilig ist, daß bei idealen Kugeln die Porosität der Schüttung am Rand größer ist als im Kern. Dadurch strömt das Fluid bevorzugt am Rand der Schüttung entlang. Die Wirkung ist die gleiche wie bei einem Spalt zwischen Regeneratormatrix und Randrohr, es kommt zu Mischungsverlusten, die den Wirkungsgrad des Regenerators erheblich verringern können. Ein weiterer Nachteil von Schüttungen ist, daß die Porosität der Regeneratormatrix relativ klein ist (ca. 33 %) und kaum variiert werden kann. Die Regeneratormatrix kann nach DE 3 044 427 auch aus gesinterten Metallscheiben, z.B. aus Bronzekugeln, aufgebaut werden. Um die Wärmeleitung in Strömungsrichtung zu verringern wird vorgeschlagen, die Sintermetallscheiben mit einem Abstand zueinander anzuordnen. Bei den Sintermetallscheiben ist mit einer unterschiedlichen Größe der Poren und einer Inhomogenität der Porosität zu rechnen.

Bekannt sind weiterhin verschiedene Herstellverfahren einer Regeneratormatrix aus Metalldrähten. Diese werden entweder aufgewickelt, zu Bändern verflochten oder in ca. 20 mm lange Stücke geschnitten und in der Regel im Regeneratorgehäuse zusammengepreßt. Dadurch wird einerseits die gewünschte Porosität eingestellt und andererseits die Matrix zum Regeneratorgehäuse abgedichtet. Nachteil dieser Regeneratoren ist, daß sie aus sehr dünnen Metalldrähten bestehen, die durch kostenintensives Ziehen hergestellt werden. Mit immer kleineren Drahtdurchmessern steigen die Kosten an. Außerdem wurden bei diesem Regeneratoren Inhomogenität festgestellt.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Speichermasse so zu gestalten, daß der Regenerator preiswert zu fertigen ist und gleichzeitig einen hohen thermischen Wirkungsgrad, einen ge-



14.10.99

ringen Druckverlust aufweist, für hohe Temperaturen geeignet ist und keinen Spalt zwischen Regeneratormatrix und Regeneratorgehäuse aufweist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmale der Schutzansprüche gelöst, indem preiswerte Fasern mit einem Durchmesser kleiner als $50\text{ }\mu\text{m}$ auf der Basis von Keramik oder Glas in Form von Wolle, Wurfaser, Filz, gewebter Matten, Platten, Band oder Schnur, wie sie z.B. von Hochtemperatur-Isolierstoffen bekannt sind, eingesetzt werden. Überraschender Weise sind derartige Isolierstoffe mit einer schlechten Wärmeleitfähigkeit als Speichermasse eines Regenerators geeignet, wenn der Durchmesser der Faser sehr klein ist. Insbesondere gilt das für Regeneratoren mit kurzer Warm- und Kaltperiode, wie bei Gaskältemaschinen und Stirlingmotoren üblich, da in diesem Fall die Eindringtiefe der Temperaturfront in die Faser klein ist.

An folgendem Ausführungsbeispiel wird die Erfindung näher erläutert. Die Abbildung zeigt einen erfindungsgemäßen Regenerator in schematischer Schnittdarstellung.

In einem Gehäuse 1, das aus keramischen Werkstoff bestehen kann, sind schichtweise die Speichermassen 2.1 und 2.2 quer zur Strömungsrichtung angeordnet. Durch die Ringnuten 4 wird eine gute Abdichtung zur Innenwand des Gehäuses 1 erreicht.

Die Speichermasse 2.1 könnte z.B. aus Glasfasern und Speichermasse 2.2 aus Aluminiumoxid mit Siliziumdioxid ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$) bestehen.

Stirnseitig ist das Gehäuse 1 des Regenerators mit Deckeln 3 abgeschlossen, die mit entsprechenden Öffnungen versehen sind.

295208 64

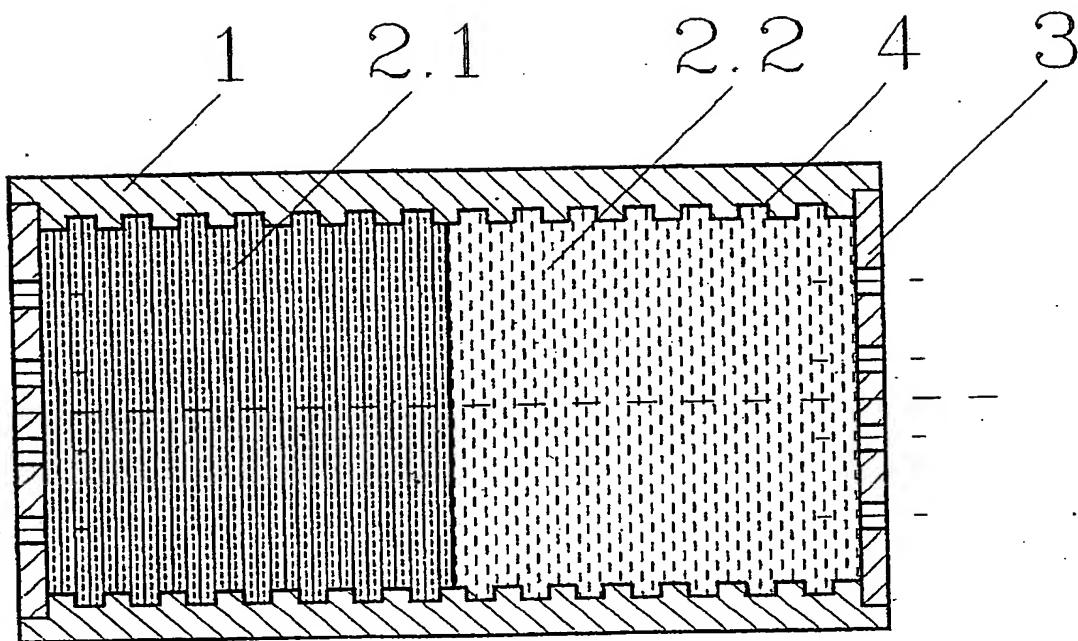
Schutzansprüche

14.02.95

1. Regenerator, der insbesondere in Gaskältemaschinen nach dem Vuilleumierprinzip oder Heißgasmotoren nach dem Stirlingprinzip eingesetzt wird und aus einem Gehäuse und der darin angeordneten Speichermasse besteht, dadurch gekennzeichnet, daß die Speichermasse aus homogen miteinander verwirkten keramischen Fasern oder Glasfasern besteht, die in Schichten quer zur Strömungsrichtung angeordnet sind.
2. Regenerator, nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der Fasern kleiner oder gleich 50 µm beträgt.
3. Regenerator, nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse aus Keramik bzw. Glas besteht und auf der Seite der Speichermasse Ringnuten besitzt.
4. Regenerator, nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Speichermasse durch Glaswolle, Steinwolle oder keramischen Nadelfilz gebildet wird und daß in Strömungsrichtung Abschnitte mit Werkstoffen unterschiedlicher Stoffeigenschaften und Porosität eingesetzt werden.

295208 04

14.02.98



295208 64

THIS PAGE BLANK (USPTO)